

GPS 海洋ブイを用いた革新的海洋・海底総合防災 観測システムの開発

A development of Innovative Disaster Prevention System using
GPS Buoy with Sea and Submarine Observation Equipment

寺田 幸博 (TERADA YUKIHIRO)

高知工業高等専門学校・環境都市デザイン工学科・教授



研究の概要

本研究チームで開発してきた GPS 津波計は、海面の上下動に追従して動く浮体の位置を GPS で精密に測位し、周期の異なる波浪、津波、潮汐を同時に高い精度で計測することができる。沖合 20km までを設置限界として実用化され、東日本大震災時の津波情報の発信に一定の役割を果たした。本研究では、この GPS 津波計を沖合 100km まで展開できる技術の開発を行う。

研究分野：総合新領域系、複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学・社会システム工学・安全システム

キーワード：都市・社会防災、津波、海底地殻変動、波浪、海水温

1. 研究開始当初の背景

本研究チームは 10 年以上にわたって海洋ブイに GPS を搭載して海面変化を連続監視し、津波を早期に検知するシステム（図 1）を開発してきた。このシステムは本研究開始時点で実用化段階にあり、日本沿岸に 8 基以上（現在は 15 基）展開されて定常監視に供されていた。この実用化システムにおいては、陸上の基準局からの補正データを必要とする RTK-GPS 測位法を用いていることから、安定した測位を行うには沖合 20km までの展開が限界であった。一方、GPS 波浪計・津波計・潮位計は、その高精度・リアルタイム性などから高い機能と実用性が評価され、沖合展開の距離制限の克服が強く望まれていた。

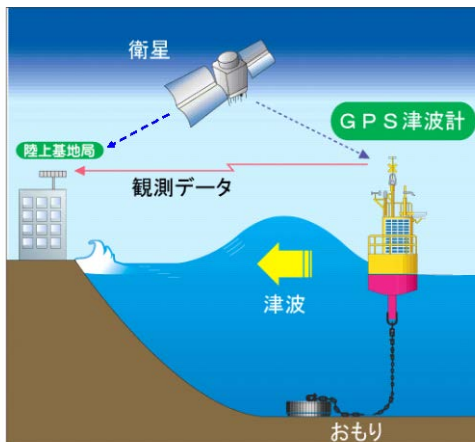


図 1 GPS 津波計のコンセプト

2. 研究の目的

GPS 津波計に求められる津波早期検知に向けて、100km の沖合展開を可能とする技術開発が本研究の目的である。これが実現できれば、一連の GPS 津波計開発の研究開発当初から掲げてきた目標が達成できることになる。開発成果としての沖合展開可能な GPS 海洋ブイシステムは、正確な津波情報の発信に大きな進展をもたらす。すなわち、公的機関から発信する津波情報の精度向上に貢献できると同時に、対象地域の住民にリアルタイムで直接情報を提供できるようになる。これによって、「だれでも、いつでも、どこからでも」津波防災に必要な情報を得ることが可能になり、公助の情報発信に加えて自助、互助にも直接的な貢献ができ、対象地域の住民の安全と安心に寄与できる（図 2）。

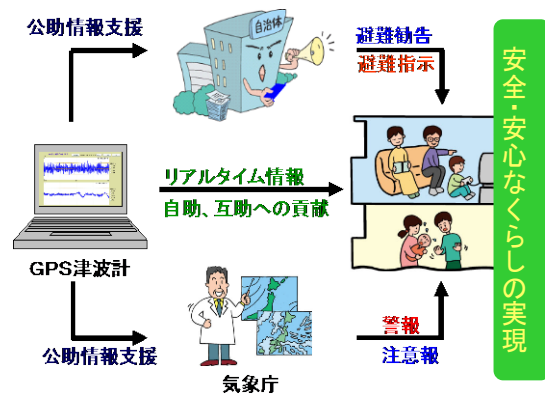


図 2 GPS 津波計開発のめざすもの

さらに、海底地殻変動の連続観測を可能にし、大災害をもたらす海溝型地震津波の詳細メカニズムの解明と津波発生予測研究の重要なツールとなる観測システムを構築する。

3. 研究の方法

本研究の目的を達成するために、次の三つのカテゴリーで研究開発を行っている。

- (1) 沖合 100 km を目指した要素技術開発
- (2) リアルタイムで正確な津波情報の発信ができる観測システムの構築と実証
- (3) 地域住民に対するきめ細かな防災・日常情報の提供とその活用方法の検討

津波を引き起こす海底地震の震源域の直上で津波を観測し信頼性の高い津波情報の発信をすることを目指して、各研究者はそれぞれの専門分野で質の高いアウトプットを出すことに専念している。全体の方向付けと整合性の確保を研究代表者が担う形で進めている。本研究には、GPS 測位法や地殻変動を研究する東京大学地震研究所、津波伝播の数値解析を得意とする東北大学災害科学国際研究所、沿岸での波浪・津波の研究を主導する(独)港湾空港技術研究所の研究者が参画することに加えて、GPS ブイと観測システムのエンジニアリングに堪能な日立造船(株)の技術者の協力を得ている。

4. これまでの成果

本研究では、二つのステージを設けて研究を進めてきた。第1ステージは、室戸岬沖に保有している GPS 津波計による継続的観測とそれを用いた要素技術開発である。第2ステージでは、開発した要素技術を組み込んで、さらに沖合のブイで観測システムを構築し、その有効性を実証する。

第1ステージでは、室戸岬沖で継続的に観測を続け、GPS 津波計が 2010 年のチリ地震津波と 2011 年の東北地方太平洋沖地震津波の正確な津波情報を発信できた。また、GPS 津波計の開発成果を活用して三陸沖に配備されていた国交省港湾局の GPS 波浪計が、最大波の第1波をリアルタイムに伝え、気象庁が大津波警報を最大級の 10m 以上の到達高さ予報に変更する根拠となるなど、一定の貢献を果たすことができた。

さらに、要素技術開発においては、研究協力者を含めた取り組みで GPS 津波計への適用を目指して開発した超精密単独測位法の PPP-AR¹⁾ 及び PVD²⁾ を、陸上基準局が不要な(沖合展開の距離制限から解放される)観測システムとして適用できる目処をつけた。従来から用いてきた陸上基準局を要する RTK 法についても、精密暦のリアルタイム利用による長基線対応をした測位法の RTNet³⁾ 及び RTKLIB³⁾ を室戸岬沖の GPS 津波計実験機のデータに適用して測位の安定性の検討を行ってきた。図3と図4との比較で示すように 50km の基線

長でも、精密暦を活用した RTKLIB 法で安定した測位が行えることを確認した。

現在、第2ステージへの移行期にあり、要素技術開発の結果を統合して、より沖合で機能する GPS 津波計システムを構築中である。沖合 40km の高知県の黒潮牧場ブイと国立室戸青少年自然の家の屋上を借り受け、それぞれ GPS ブイとデータ受信の中継局とした。データはすべて高知高専に送り、Web 公開と 100km 長距離基線測位法などの検討が行える観測システムにしている。また、GPS ブイの付加価値を高めることを目的とした海底地殻変動観測のための超音波機器を黒潮牧場ブイ近傍の海底に設置している。

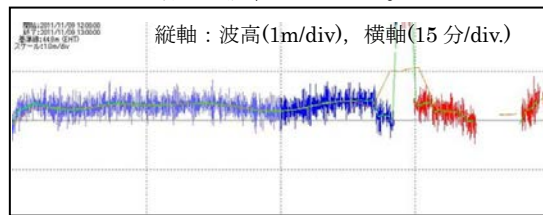


図3 通常の RTK ソフト (50km)

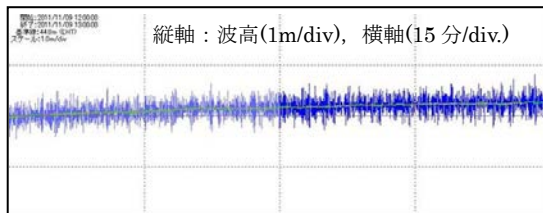


図4 長基線対応 RTKLIB ソフト (50km)

5. 今後の計画

黒潮牧場ブイを用いた GPS 津波計の安定稼働を目指し、設置した観測システムの調整を行う。また、東日本大震災が GPS 津波計に投げかけた課題である陸上通信網に頼らないデータ伝送・配信方法の検討を行う。これには、ブイ上で無指向性のアンテナ使用を可能にする技術の確保とコスト面での検討を行う必要がある。これには、(独)宇宙航空研究開発機構や(独)情報通信研究機構との共同研究を進め、通信衛星を用いて洋上の観測データを伝送する実験を通じて、将来の防災通信衛星の実現に向けた要求仕様を明らかにする予定である。

6. これまでの発表論文等(受賞等も含む)

① Y. Terada et al., Proc. of IGNSS 2011, ② T. Kato et al., EPS, 63, e5-e8, 2011, ③ D. Tatsumi et al, Proc. of ICCE, 2010, ④ 本研究期間内: 全国発明賞(2009), ⑤ 本研究期間外: 国土技術開発賞最優秀賞、日本産業技術大賞特別賞、⑦ ホームページ: リアルタイムデータ公開用 <http://www.tsunamiGPS.com/>

- 参考文献
1) L. Mervant, Proc. Of ION GNSS 2008
2) 特許第 375891 号, US 66366854B1, 他
3) T. Takasu, <http://www.rtklib.com/>